

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-212653

(43)Date of publication of application : 06.08.1999

(51)Int.Cl.

G05D 7/06

F16K 31/06

G05D 11/13

G05D 21/00

(21)Application number : 10-009961

(71)Applicant : FUJIKIN INC  
OMI TADAHIRO  
TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing :

21.01.1998

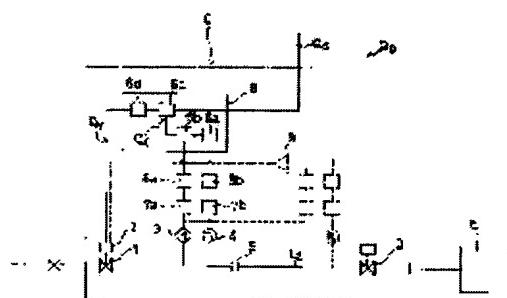
(72)Inventor : OMI TADAHIRO  
KAGATSUME SATORU  
SUGIYAMA KAZUHIKO  
IKEDA SHINICHI  
NISHINO KOJI  
KAWADA KOJI  
MINAMI YUKIO  
DOI RYOSUKE  
YAMAJI MICHIO

## (54) FLUID SUPPLIER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To always enable high-accuracy fluid control while preventing the overshoot phenomenon of fluid to be transiently generated in the starting or switching of the fluid supply.

**SOLUTION:** This device comprises a pressure controller C for controlling the flow rate of the fluid, fluid switching valve D for opening/closing a fluid passage on the secondary side and fluid supply controller for controlling operation of the pressure controller C and fluid switching valve D, and the pressure controller C is formed from an orifice 5, control valve 1 provided on the upstream side of the orifice 5, pressure detector 3 provided between the control valve 1 and the orifice 5, and arithmetic controller 6 for outputting the difference of flow rate signal Qc and flow rate command signal Qs, which are



operated from detected pressure P1 of the pressure detector 3 as flow rate  $Q_c = K P_1$  ( $K$  is constant), to a diving part 2 of the control valve 1 as a control signal  $Q_y$ . Further the flow rate on the downstream side of the orifice 5 controlled by regulating the upstream side pressure  $P_1$  of the orifice 5 by opening/closing the control valve 1.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 10.12.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision 2003-000589 of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 09.01.2003

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-212653

(43)公開日 平成11年(1999)8月6日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 05 D 7/06  
F 16 K 31/06  
G 05 D 11/13  
21/00

識別記号

340

P I  
G 05 D 7/06  
F 16 K 31/06  
G 05 D 11/13  
21/00

B

340

D

A

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全14頁)

(21)出願番号 特願平10-9961

(22)出願日 平成10年(1998)1月21日

(71)出願人 390033857  
株式会社フジキン  
大阪府大阪市西区立充町2丁目3番2号  
(71)出願人 000205041  
大見 忠弘  
宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-  
301  
(71)出願人 000219967  
東京エレクトロン株式会社  
東京都港区赤坂5丁目3番6号  
(74)代理人 弁理士 杉本 丈夫 (外1名)

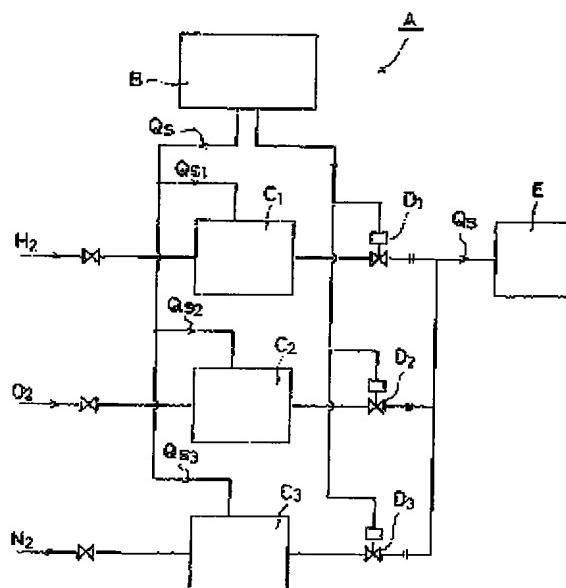
最後頁に続く

(54)【発明の名称】 流体供給装置

(57)【要約】

【課題】 流体の供給開始時や切換時に過渡的に発生する流体のオーバーシュート現象を防止し、常に高精度な流体制御が出来るようにする。

【解決手段】 流体流量を制御するプレッシャーフローコントローラと、その二次側の流体道路を開閉する流体切換弁と、プレッシャーフローコントローラと流体切換弁の作動を制御する流体供給制御装置とから成り、且つ前記プレッシャーフローコントローラをオリフィス5と、オリフィス5の上流側に設けたコントロール弁1と、コントロール弁1とオリフィス5間に設けた圧力検出器3と、圧力検出器3の検出圧力P<sub>1</sub>から流量Q<sub>c</sub>=K P<sub>1</sub> (但しKは定数)として演算した流量信号Q<sub>c</sub>と流量指令信号Q<sub>s</sub>との差を制御信号Q<sub>y</sub>として前記コントロール弁1の駆動部2へ出力する演算制御装置6とから形成すると共に、前記コントロール弁1の開閉によりオリフィス5の上流側圧力P<sub>1</sub>を調整し、オリフィス5の下流側の流量を制御する構成とする。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 流体の流量を制御するプレッシャーフローコントローラ(C)と、プレッシャーフローコントローラ(C)の二次側の流体道路(L)を開閉する流体切換弁(D)と、プレッシャーフローコントローラ(C)と流体切換弁(D)の作動を制御する流体供給制御装置(B)とから成り、且つ前記プレッシャーフローコントローラ(C)をオリフィス(5)と、オリフィス(5)の上流側に設けたコントロール弁(1)と、コントロール弁(1)とオリフィス(5)間に設けた圧力検出器(3)と、圧力検出器(3)の検出圧力P<sub>c</sub>から流量Q<sub>c</sub>=K<sub>c</sub>P<sub>c</sub> (但しK<sub>c</sub>は定数)として演算した流量信号Q<sub>c</sub>と流量指令信号Q<sub>s</sub>との差を制御信号Q<sub>y</sub>として前記コントロール弁(1)の駆動部(2)へ出力する演算制御装置(6)とから形成すると共に、前記コントロール弁(1)の開閉によりオリフィス(5)の上流側圧力P<sub>1</sub>を調整し、オリフィス(5)の下流側の流量を制御する構成としたことを特徴とする流体供給装置。

【請求項2】 オリフィス(5)の上流側圧力P<sub>1</sub>を下流側圧力P<sub>2</sub>の約2倍以上に保持した状態でコントロール弁(1)を開閉制御するようにした請求項1に記載の流体供給装置。

【請求項3】 プレッシャーフローコントローラ(C)を並列に配設した複数のプレッシャーフローコントローラ(C<sub>1</sub>)、(C<sub>n</sub>)とすると共に、各プレッシャーフローコントローラ(C<sub>i</sub>)の二次側に設けた流体切換弁(D<sub>1</sub>)、(D<sub>n</sub>)の出口側を夫々連通して流体使用負荷(E)へ接続し、更に各プレッシャーフローコントローラ(C<sub>1</sub>)、(C<sub>n</sub>)の一次側へ異なる種類の流体を供給するようにした請求項1又は請求項2に記載の流体供給装置。

【請求項4】 流体切換弁Dを電動式の高速作動型流体切換弁とした請求項1、請求項2又は請求項3に記載の流体供給装置。

【請求項5】 電動式の高速作動型流体切換弁をソレノイド駆動式の高速作動型流体切換弁とした請求項4に記載の流体供給装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体や化学品、薬品、精密機械部材等の製造に用いるガス等の各種流体の供給装置の改良に関するものであり、流体の供給開始時や供給流体の切替時に於いても高精度な流体の流量制御を行えるようにした流体供給装置に関するものである。

## 【0002】

- ① マスフローコントローラの2次側圧力…1 kgf/cm<sup>2</sup> abs  
H<sub>2</sub> 500ccm+O<sub>2</sub> 1000ccm  
N<sub>2</sub> 1000ccm  
H<sub>2</sub>の供給をO<sub>2</sub>の供給より3 sec遅らせる。

\* 【従来の技術】 一般に、半導体製造施設や化学薬品製造施設の流体供給装置であって高精度な流量制御を必要とするものは、その殆どが所謂マスフローコントローラを用いている。図8は半導体製造装置用の高純度水分発生装置に於ける流体(ガス)供給装置の一例を示すものであり、ガス供給装置50から所定流量のH<sub>2</sub>及びO<sub>2</sub>を反応炉51内へ供給し、ここでH<sub>2</sub>とO<sub>2</sub>を白金触媒によりラジカル化して非燃焼下で反応させ、発生した水分ガス(水蒸気)を酸化炉52内へ供給するようしている。尚、図8に於いて、54は反応炉51の水分発生応答性の測定回路であり、55は吸込量調整弁、56はQ-mas、57はターボ分子ポンプ、58は真空ポンプである。また、H<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、O<sub>2</sub>及びN<sub>2</sub>のイオン強度を測定するQ-mas 56として、日本真空技術(株)のMSQ-150Aが用いられている。

【0003】 前記ガス供給装置50は3基のマスフローコントローラMFC<sub>1</sub>、MFC<sub>2</sub>、MFC<sub>3</sub>と、切換バルブV<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>、V<sub>3</sub>と、ガス貯蔵容器(図示省略)及び圧力調整装置(図示省略)等が形成されており、この例では切換バルブV<sub>1</sub>～V<sub>3</sub>として電動型のメタルダイヤフラム型バルブが使用されている。また、各マスフローコントローラMFC<sub>1</sub>、MFC<sub>2</sub>、MFC<sub>3</sub>の一次側へはゲージ圧2 kgf/cm<sup>2</sup>のH<sub>2</sub>、2 kgf/cm<sup>2</sup>のO<sub>2</sub>、6 kgf/cm<sup>2</sup>のN<sub>2</sub>が夫々ガス貯蔵容器(図示省略)から供給されている。

【0004】 而して、反応炉51内で水分を発生する際には、先ずガス供給装置50のMFC<sub>1</sub>、MFC<sub>2</sub>、MFC<sub>3</sub>の流量値等を夫々設定し、次にV<sub>1</sub>及びV<sub>2</sub>を閉、V<sub>3</sub>を開にして系内をN<sub>2</sub>でバージする。その後、V<sub>3</sub>を開にすると同時にV<sub>1</sub>閉にし、O<sub>2</sub>を供給すると共にこれと同時に(又は約3 sec遅れて)にV<sub>1</sub>を開にしてH<sub>2</sub>を供給する。これにより反応炉51内では水分ガス(水蒸気)が起生する。また、反応炉51からの水分ガス等の一部は、吸込量調整弁55の開閉制御によって所定の時間試験回路54側へ吸引され、Q-mas 56により発生水分内のH<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O及びN<sub>2</sub>の濃度が夫々測定される。

【0005】 図9～図11は、前記図8のマスフローコントローラを使用したガス供給装置50を備えた水分発生実験装置において、下記の①、②及び③の条件下で水分発生を行った場合のQ-mas 56によるH<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>及びH<sub>2</sub>Oの各濃度の測定値である。尚、ガス供給装置50に於けるマスフローコントローラへのH<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>及びN<sub>2</sub>の一次側供給圧(ゲージ圧)は、夫々2 kgf/cm<sup>2</sup>、2 kgf/cm<sup>2</sup>及び6 kgf/cm<sup>2</sup>である。

3

4

- ② マスフローコントローラ2次側圧力…0.5 kg/cm<sup>2</sup> abs  
 H<sub>2</sub> 50 sccm+O<sub>2</sub> 1000 sccm  
 N<sub>2</sub> 1000 sccm  
 H<sub>2</sub> の供給をO<sub>2</sub> の供給より3 sec遅らせる。  
 ③ マスフローコントローラ2次側圧力…0.2 kg/cm<sup>2</sup> abs  
 H<sub>2</sub> 50 sccm+O<sub>2</sub> 1000 sccm, N<sub>2</sub> 1000 sccm.  
 H<sub>2</sub> の供給をO<sub>2</sub> の供給より3 sec遅らせる。

【0006】図9～図11からも明らかなように、マスフローコントローラを使用したガス供給装置50を備えた水分発生実験装置では、マスフローコントローラMF Cの二次側圧力が低く（減圧）なるほどガス供給開始時のH<sub>2</sub>のピーク値P<sub>H2</sub>が高くなり、それに伴ってH<sub>2</sub> O濃度にもピーク値P<sub>H2O</sub>が発生する。

【0007】即ち、ガスの供給開始時にH<sub>2</sub>のピーク値P<sub>H2</sub>やH<sub>2</sub> Oのピーク値P<sub>H2O</sub>が生ずると云うことは、「H<sub>2</sub>の正しい濃度コントロール（即ち、流量コントロール）が出来ない。」と云うことであり、H<sub>2</sub>の高精度な流量制御の要請に対応できないと云うことである。ま\*

- ① マスフローコントローラの2次側圧力…0.5 kg/cm<sup>2</sup> abs  
 - H<sub>2</sub> 100 sccm+O<sub>2</sub> 50 sccm (H<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> = 2 : 1)  
 - N<sub>2</sub> 1000 sccm  
 - H<sub>2</sub> 及びO<sub>2</sub> を同時に供給し且つ同時に供給を停止する  
 ② マスフローコントローラの2次側圧力…0.5 kg/cm<sup>2</sup> abs  
 - H<sub>2</sub> 100 sccm+O<sub>2</sub> 50 sccm (H<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> = 2 : 1)  
 - N<sub>2</sub> 1000 sccm  
 - H<sub>2</sub> の供給をO<sub>2</sub> の供給より3秒遅らせ、且つH<sub>2</sub> の供給の停止より3秒早める。

【0009】図12からも明らかなように、従前のマスフローコントローラを用いたガス供給装置50を使用した場合には、H<sub>2</sub>とO<sub>2</sub>を同時に供給すると、ガス供給開始の初期にH<sub>2</sub>のピーク濃度値P<sub>H2</sub>が約10%にも達することになり、安全上の問題が生ずることになる。また、当該H<sub>2</sub>がピーク値P<sub>H2</sub>にある領域に於いては、H<sub>2</sub>との反応によってO<sub>2</sub>が消費されるため、O<sub>2</sub>の濃度P<sub>O2</sub>が急激に下降し、結果として所定量の水分発生が得られないことになる。

【0010】同様に、図13からも明らかなように、従前のマスフローコントローラを用いたガス供給装置50を使用した場合には、ガスの供給開始の初期にH<sub>2</sub>のピーク濃度値P<sub>H2</sub>が約50%を越えることになり、危険性が一層増大することになる。また、前記H<sub>2</sub>のピーク値P<sub>H2</sub>によって大量のO<sub>2</sub>が消費され、O<sub>2</sub>濃度が大幅に低下して所定量の水分発生量を得ることが不可能となる。

【0011】上述のように、従前のマスフローコントローラを用いたガス供給装置50の場合には、ガスの供給開始初期や供給停止時にH<sub>2</sub>やO<sub>2</sub>の所謂オーバーシュート（過剰な流れ込み）が発生し、H<sub>2</sub>やO<sub>2</sub>の高精度な流量制御が出来ないと云う問題がある。また、マスフローコントローラを備えたガス供給装置50を用いて水

\*た。前記H<sub>2</sub>濃度のピーク値P<sub>H2</sub>が数%にまで上昇すると、下流の酸化炉52内で所謂水素爆発が誘引される可能性があり、安全性の面が問題となる。

【0008】一方、図12及び図13は、前記図8のマスフローコントローラを使用したガス供給装置50を備えた水分発生実験装置に於いて、下記の①及び②の条件下で水分発生を行った場合のQ-mass 56によるH<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>及びH<sub>2</sub> Oの濃度測定値である。尚、マスフローコントローラのH<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>及びN<sub>2</sub>の供給圧（ゲージ圧）は夫々2 kgf/cm<sup>2</sup>及び6 kgf/cm<sup>2</sup>に設定されている。

分発生を行なうような場合には、前記H<sub>2</sub>やO<sub>2</sub>のオーバーシュートによって発生水分量も当然に設定値から大きく乱れることになり、高精度な水分発生量の流量制御が困難となる。

【0012】一方、半導体等の製造に於いては、多種類のガスを設定流量でもって所定の箇所へ切換え供給したり、或いはH<sub>2</sub>とO<sub>2</sub>の反応により生成した高純度水を所定の箇所へ設定流量でもって供給しなければならない場合が多くあり、何れの場合も、迅速なガスの切換供給及び高精度なガス及びH<sub>2</sub> Oの流量制御が要請される。何故なら、これ等供給ガス流量や供給水分の流量を高精度で制御することが、半導体製品の品質向上や製品歩留まり向上の点から不可欠だからである。

### 【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、従前のマスフローコントローラを用いたガス等の流体供給装置に於ける上述の如き問題、即ち流体供給の開始初期に所謂流体のオーバーシュート現象が発生し、精密な流体流量の制御が出来ないと云う問題を解決せんとするものであり、流体供給装置で用いるマスフローメーターを所謂ブレッシャーフローコントローラーに代えると共に、流体切換弁をソレノイド駆動式の高速作動型切換弁とすることにより、前記ガス等のオーバーシュートの如きト

ランジェントな現象を全く起生せず、流体の供給開始から供給停止の全領域に亘って極めて高精度な流量制御が行なえ、また、これを半導体製造装置用の水分発生装置へ適用した場合には、発生水分の高精度な流量制御が可能となることにより集積度の高い半導体の理想的な初期成膜が行なえるようにした流体供給装置を提供せんとするものである。

## 【0014】

【課題を解決するための手段】本願発明者等は、前記図8に示した水分発生試験装置による各種の試験を通して、流体の供給開始直後等に生ずる流体のオーバーシュート現象について、その発生原因を解析した。その結果、従前のマスフローコントローラを用いた流体供給装置51に於いては、①各切換弁V<sub>1</sub>～V<sub>4</sub>と各マスフローコントローラMFC<sub>1</sub>～MFC<sub>4</sub>とを連結する管路L<sub>1</sub>～L<sub>4</sub>内に滞留している流体（ガス）が、オーバーシュートする流体（ガス）の大部分を占めていること、及び②マスフローコントローラMFC<sub>1</sub>～MFC<sub>4</sub>、構造そのものが、前記オーバーシュートの原因となる流体（ガス）の蓄積を増加させる機能を具備していることを見出した。

【0015】図14は従前のマスフローコントローラの基本構造を示すブロック図である。図14において、一次側から流入したガスは層流バイパス部59とセンサーバイパス部60に分離され、センサー61により流体の質量流量をこれに比例した温度変化としてとらえると共に、この温度変化をブリッジ回路62で電気信号に変換し、増幅回路63等を経てリニア電圧信号として表示器64と比較制御回路65へ出力される。また、外部からの設定信号は設定器66から比較制御回路65へ入力され、ここで前記検出信号との差が演算されると共に、当該差信号をバルブ駆動部67へ送り、この差信号が零となる方向に流量制御バルブ68が開閉制御される。

【0016】今、マスフローコントローラの使用中に二次側に設けた切換弁V<sub>1</sub>を急閉すると、センサー61内を流通するガス流が止まるためマスフローコントローラの制御系は過渡的にガスの流れを増加する方向に作動し、流量制御弁68が開放される。その結果、二次側ラインL<sub>1</sub>内のガス圧が上昇し、ここにガスが蓄積することになる。そして、この蓄積ガスが、次に切換弁V<sub>1</sub>を開閉した際に急激に切換弁V<sub>1</sub>を通して負荷側へ流れ込み、前記ガスのオーバーシュート現象を引き起すことになる。

【0017】本願発明者等はマスフローコントローラが具備する上述の如き構造上の特性に着目し、流体切換時の過渡期に於いてもより高精度な流体流量制御を行なうためには、「質量流量の検出信号により流量制御弁を開閉制御する構造の流量制御機構」に替えて、「圧力の検出信号により流量制御弁を開閉制御する構造の流量制御機構」を用いることにより、前述のような流体のオーバ

ーシュートの如きトランジェントな現象を全く生じない流体供給装置を構成することを着想した。

【0018】本願発明は上記着想に基づいて創作されたものであり、請求項1の発明は、流体の流量を制御するプレッシャーフローコントローラと、プレッシャーフローコントローラの二次側の流体通路を開閉する流体切換弁と、プレッシャーフローコントローラと流体切換弁の作動を制御する流体供給制御装置とから成り、且つ前記プレッシャーフローコントローラをオリフィスと、オリフィスの上流側に設けたコントロール弁と、コントロール弁とオリフィス間に設けた圧力検出器と、圧力検出器の検出圧力P<sub>1</sub>から流量Q<sub>c</sub>=K P<sub>1</sub>（但しKは定数）として演算した流量信号Q<sub>c</sub>と流量指令信号Q<sub>s</sub>との差を制御信号Q<sub>y</sub>として前記コントロール弁の駆動部へ出力する演算制御装置とから形成すると共に、前記オリフィスの下流側流量を制御する構成としたことを発明の基本構成とするものである。

【0019】請求項2の発明は、請求項1の発明に於いて、オリフィスの上流側圧力P<sub>1</sub>を下流側圧力P<sub>2</sub>の約2倍以上に保持した状態でコントロール弁1を開閉制御するようにしたものであり、また請求項3の発明は、請求項1又は請求項2の発明に於いて、プレッシャーフローコントローラを並列に配設した複数のプレッシャーフローコントローラと共に、各プレッシャーフローコントローラの二次側に設けた流体切換弁の出口側を夫々連通して流体使用負荷へ接続し、更に各プレッシャーフローコントローラの一次側へ異なる種類の流体を供給するようにしたものである。

【0020】請求項4の発明は、請求項1、請求項2又は請求項3の発明に於いて、流体切換弁を電動式の高速作動型流体切換弁としたものであり、また請求項5の発明は、請求項4の発明に於いて、電動式の高速作動型流体切換弁をソレノイド駆動式の高速作動型流体切換弁としたものである。

## 【0021】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明に係る流体供給装置Aの実施の形態を説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る流体供給装置Aのブロック図であり、当該流体供給装置Aは流体供給制御装置BとプレッシャーフローコントローラCと、流体切換弁Dとから構成されている。尚、本実施形態に於いては、プレッシャーフローコントローラC及び流体切換弁Dを夫々三基とし、H<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>及びN<sub>2</sub>ガスを夫々適宜に流体使用負荷Eへ切換え供給する構成としているが、プレッシャーフローコントローラCの設置基数は1基であってもよく、或いは4基以上であってもよいことは勿論である。

【0022】各プレッシャーフローコントローラCの一次側へはガス貯留容器（図示省略）から圧力調整器（図示省略）等を通してはば所定圧のH<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>ガスが供給されており、また、各プレッシャーフローコント

ローラCへは流体供給制御装置Bから夫々所定の流量設定信号Q<sub>s</sub>が入力されている。更に、各プレッシャーフローコントローラCの二次側からは、流体切換弁Dの開放により所定の設定流量Q<sub>s</sub>に制御されたガスが流体使用負荷Eへ供給されて行く。

【0023】図2は本発明で使用するプレッシャーフローコントローラCの一実施態様を示すものであり、当該プレッシャーフローコントローラCはコントロール弁1、コントロール弁駆動部2、圧力検出器3、温度検出器4、オリフィス5、演算制御装置6、増幅器7a・7b、A/D変換8a・8b等から形成されている。

【0024】前記コントロール弁1には、所謂ダイレクトタッチ型のメタルダイヤフラム弁が使用されており、その駆動部には、圧電素子形駆動装置が使用されている。また、前記圧力検出器3には半導体歪形圧力センサーが使用されている。更に前記温度検出器4には、熱電対形温度センサーが使用されている。尚、前記駆動部や圧力センサー、温度センサー等は如何なる形式のものであってもよいことは勿論である。

【0025】前記オリフィス5には、板状の金属製ガスケットに放電加工によって孔部を設けたオリフィスが使用されているが、オリフィス5としてはこの他に、極細パイプやエッティングにより金属膜に孔を形成したオリフィスを使用することができる。また、前記演算制御装置6は所詮制御回路基板から形成されており、温度補正回路6a、流量演算回路6b、比較回路6c、増幅回路6d等が具備されている。尚、クリーンルーム等の一定温度の雰囲気下で使用する場合には、前記温度補正回路6aを省略しても性能に影響のないことは勿論である。

【0026】図3は、本発明で使用する流体切換弁Dの一例を示す縦断面図であり、切換弁Dはバルブ本体10、電気アクチュエーター11、シールドケース12等からその主要部が構成されており、この例では、電気アクチュエーター11をソレノイドにしている。前記バルブ本体10は流体を開閉制御するもので、この例では常閉型にしてあり、流路13及びその途中にシート14を備えたボディ15と、シート14に当座可能に設けた金属(Ni基合金)製のダイヤフラム16と、ポンネット17と、ポンネットナット18と、ポンネット17を貫通して昇降可能な設けられたステム19と、ダイヤフラム16を押圧するダイヤフラム押え20と、ステム19を常に下方方向(閉弁方向)に付勢するスプリング21とから成っている。

【0027】電気アクチュエーター11はソレノイドであり、ポンネット17にナット22に依り取付けられるケース本体23と、バルブ本体10のステム19に追撃されたプランジャー24と、プランジャー24を昇降させる励磁コイル25及び鉄心25aと、リード線26とから成っている。尚、前記ケース本体23はアルミニウム製としているが、これを高透磁率の材料、例えばバーマロイ

や純鉄等から形成するようにしてもよい。

【0028】シールドケース12はケース本体23の外側にこれと僅かな間隙を置いて設けられており、漏洩境界を遮断する。この例では、下方が開放した筒状を呈し、電気アクチュエーター11の側方を覆う周壁27と、電気アクチュエーター11の上方を覆う上壁28と、リード線26が貫道される貫孔29とから成っており、ケース本体23に外嵌されている。尚、シールドケース12は厚さが1mmの板状のバーマロイや純鉄に依り作成されている。また、シールドケース12は、リード線26の貫通箇所に漏洩境界を遮断するフェライトビーズ30を備えている。フェライトビーズ30は環状を呈し、リード線26と貫孔29との間隙を閉塞すべく上壁28の内側(下側)のリード線26に外嵌されている。

【0029】次に、本発明に係る流体供給装置Aの作動について説明する。図1及び図2を参照して、コントロール弁1の出口側、即ちオリフィス5の上流側の気体圧力P<sub>1</sub>が圧力検出器3によって検出され、増幅器7a及びA/D変換器8aを経て、デジタル化された信号が流量演算回路6bへ入力される。同様に、オリフィス5上流側の気体温度T<sub>1</sub>が温度検出器4で検出され、増幅器7b及びA/D変換器8bを経てデジタル化された信号が温度補正回路6aへ入力される。尚、温度補正回路6aを省略する場合には、制御回路を簡素化するためにアナログ信号による流量演算処理を行うことも可能である。

【0030】前記演算制御回路6では、圧力信号P<sub>1</sub>を用いて流量Q' = K P<sub>1</sub>が演算されると共に、前記温度補正回路6aからの補正信号を用いて前記流量Q'の温度補正が行なわれ、演算流量信号Qcが比較回路6cへ入力される。一方、比較回路6cへ流量指令信号Q<sub>s</sub>が入力されており、ここで前記演算流量信号Qcとの比較が行なわれると共に、両者の差信号Qy = Qc - Q<sub>s</sub>が、制御信号としてコントロール弁1の駆動部2へ出力される。

【0031】即ち、演算流量信号Qcが流量指令信号Q<sub>s</sub>より大きい場合には、コントロール弁1を開鎖する方向に、また、前記QcがQ<sub>s</sub>より小さい場合にはコントロール弁1を開鎖する方向に弁駆動部2が作動され、Qc = Q<sub>s</sub>となるようコントロール弁1の開度が自動制御される。尚、本発明に於いては、前記オリフィス5の上流側の気体圧力P<sub>1</sub>と下流側の圧力P<sub>2</sub>との間に、P<sub>1</sub> / P<sub>2</sub> が約0.5より小さいこと、即ちオリフィス5の上流側圧力P<sub>1</sub>が下流側圧力P<sub>2</sub>の約2倍より大きいと云う条件が、常に成立していることが望ましいことは勿論である。

【0032】そのため、図2の点線で示す如く、オリフィス5の上流側気体圧力P<sub>1</sub>と下流側気体圧力P<sub>2</sub>とを反転増幅器9へ入力し、圧力P<sub>1</sub>と圧力P<sub>2</sub>の大きさが逆転したような場合(即ち、逆流を生じる状態になった

場合)や、或いは  $P_2 / P_1 > 0.5$  の状態になった場合(即ち、逆流は生じないものの高精度な流体制御ができないとなった場合)には、コントロール弁1を自動的に閉鎖するようにしてもよい。

【0033】流体切換弁Dは、ソレノイド11が非励磁時の場合図3に示す如く、プランジャー24、ステム19、ダイヤフラム押え20がスプリング21に依り下降され、ダイヤフラム16がダイヤフラム押え20を介してシート14に当座され、閉弁状態となる。ソレノイド11に通電されると、プランジャー24、ステム19、ダイヤフラム押え20がスプリング21に抗して上昇され、ダイヤフラム16がその彈性力により原形へ復原してシート14から離座し、開弁状態になる。尚、本実施形態に於ける電動式の高速作動型流体切換弁の場合、その弁開閉作動速度は1.0 m/sec以内であり、従前の空圧式流体切換弁の平均開閉作動速度1.00 m/secに比較して、約10倍の作動スピードを具備するものである。また、ソレノイド11への通電時(初期通電時及び保持通電時)には、励磁コイル25から漏洩磁界が発生\*

\*する。しかし、ソレノイド11の外側にはシールドケース12が設けられているので、外部へ漏れる漏洩磁界はシールドケース12に依り遮断される。

【0034】而して、本発明に係るプレッシャーフローコントローラCの場合、図2に示す如く、流体切換弁Dが閉鎖方向に作動されると、オリフィス5の一次側の流体圧力  $P_1$  が上昇し、流体流量  $Q' = K P_1$  が増加する。そうすると、設定流量  $Q_s$  ( $Q_s = 0$ ) との差  $Q_y$  が大きくなり、これを小さくするため(即ち、二次側流体圧力  $P_2$  を減少させるため)にコントロール弁1は閉鎖されることになる。

【0035】即ち、本発明に係るプレッシャーフローコントローラCと、従前のマスフローコントローラの作動機構を対比すると下表のようになり、本発明に係るプレッシャーフローコントローラCの場合には、その構造上コントローラCの二次側に流体が溜るのが防止されることになる。

【0036】

【表1】

高速切換弁の閉鎖	
マスフローコントローラ	制御弁閉→2次側圧力増加→流体漏りの発生
プレッシャーフローコントローラ	制御弁閉→2次側圧力減少→流体漏り無し

【0037】図4は、前記図8の水分発生試験装置に於いて、従前のマスフローコントローラMFC、～MFCに替えて本発明で用いるプレッシャーフローコントローラC、～Cを適用し、前記図9の場合と同一の条件下で水分発生試験を行った場合のH<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>及びH<sub>2</sub>Oの各濃度を測定したものである。

【0038】同様に図5は、本発明の流体供給装置Aを用い、前記図10の場合と同一の条件下で水分発生試験を行った場合のH<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>及びH<sub>2</sub>Oの各濃度を測定したものである。また、図6は本発明の流体供給装置Aを用い、前記図11の場合と同一の条件下で水分発生試験を行った場合のH<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>及びH<sub>2</sub>Oの各濃度を測定したものである。

【0039】更に、図7は、本発明の流体供給装置Aを用い、前記図12の場合と同じ条件下(即ち、H<sub>2</sub> 10.0 sccm + O<sub>2</sub> 5.0 sccm · H<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> = 2 : 1)で水分発生試験を行った場合のH<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>及びH<sub>2</sub>Oの各濃度を示す線図である。

【0040】図4と図9、図5と図10、図6と図11及び図7と図13を矢印対比すると明らかのように、本

発明の流体供給装置Aを用いた場合には、二次側の設定圧力が低くなった場合に於いても、H<sub>2</sub>やH<sub>2</sub>Oにピーク値が全く発生しないことが確認されている。

【0041】尚、図1に示した本発明の流体供給装置では、3台のプレッシャーフローコントローラCを使用するようしているが、プレッシャーフローコントローラCの設置台数は供給流体(ガス)の種類に応じて適宜に変更されるものである。また、本発明の流体供給装置では、電動式の流体切換弁Dとしてソレノイド駆動式の高速作動弁を使用しているが、流体切換弁Dの型式は当該ソレノイド式高速作動型切換弁に限られるものではなく、例えば圧電セラミック等の圧電素子による駆動のものであってもよい。

【0042】

【発明の効果】本発明に於いては、流体供給装置の要部を形成する流量調整部にプレッシャーフローコントローラを用い、流体切換弁の閉鎖時には二次側の圧力を下降させる方向に作動をすると云うプレッシャーフローコントローラの構造上の特性を有機的に活用した機構の流体供給装置としている。その結果、流体の供給開始時や供

11

流体の切換時等の過渡期に於いても、流体のオーバーシュートのようなトランジエントな現象を生ずることなく極めて高精度な流体の流量制御や水分発生装置の制御が可能となる。

【0043】また、流体切換弁としてソレノイド駆動形の高速作動弁を使用しているため、流体の切換操作等を高速で行なうことができ、しかも、流体の切換操作中に流体のオーバーシュート現象を生ずることがないため、半導体製造に於いては理想的な初期成膜等が可能となり、高集成度半導体の大幅な品質向上が可能となる。本発明は上述の如く優れた実用的効用を有するものである。  
16

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施態様に係るガス供給装置Aのブロック図である。

【図2】本発明で使用するプレッシャーフローコントローラの一実施態様を示すブロック図である。

【図3】本発明で使用する流体切換弁Dの縦断面図である。

【図4】図8の試験装置に於いて、本発明に係るプレッシャーフローコントローラの2次側の圧力を1 kg/cm<sup>2</sup> absとした場合のH<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>及びH<sub>2</sub>Oの各濃度を示す線図である。  
20

【図5】プレッシャーフローコントローラの2次側の圧力を0.5 kg/cm<sup>2</sup> absとした場合の各濃度を示す線図である。

【図6】プレッシャーフローコントローラの2次側の圧力を0.2 kg/cm<sup>2</sup> absとした場合の各濃度を示す線図である。

【図7】図8の試験装置に於いて、プレッシャーフローコントローラの2次側の圧力…1 kg/cm<sup>2</sup> abs、H<sub>2</sub>とO<sub>2</sub>の供給量2:1、H<sub>2</sub>とO<sub>2</sub>の供給及び供給停止…同時とした場合のH<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>及びH<sub>2</sub>Oの各濃度を示す線図である。  
30

【図8】従前のマスフローコントローラを使用したガス供給装置を備えた水分発生試験装置の全体系統図である。

12

【図9】図8の試験装置に於いて、マスフローコントローラ2次側の圧力を1 kg/cm<sup>2</sup> absとした場合のH<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>及びH<sub>2</sub>Oの各濃度を示す線図である。

【図10】マスフローコントローラ2次側圧力を0.5 kg/cm<sup>2</sup> absとした場合の各濃度を示す線図である。

【図11】マスフローコントローラ2次側圧力を0.2 kg/cm<sup>2</sup> absとした場合の各濃度を示す線図である。

【図12】図8の試験装置に於いて、マスフローコントローラ2次側の圧力…1 kg/cm<sup>2</sup> abs、H<sub>2</sub>とO<sub>2</sub>の供給量…2:1、H<sub>2</sub>とO<sub>2</sub>の供給及び供給停止…同時とした場合のH<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>及びH<sub>2</sub>Oの各濃度を示す線図である。

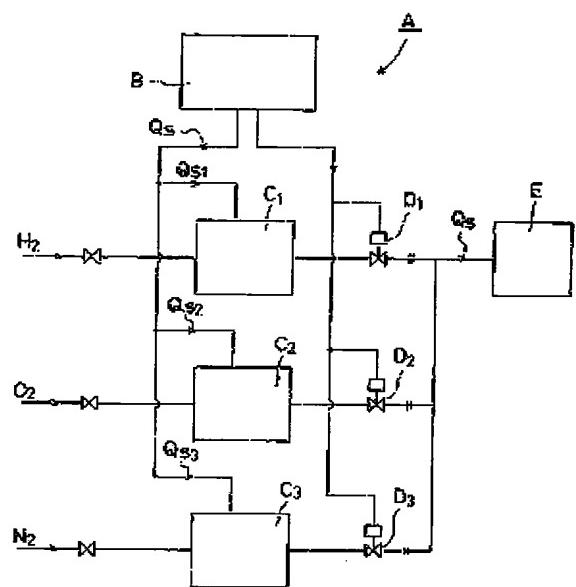
【図13】図12の試験に於いて、H<sub>2</sub>の供給開始をO<sub>2</sub>の供給開始より3秒遅らせ且つH<sub>2</sub>の供給停止をO<sub>2</sub>の供給停止より3秒早めた場合のH<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>及びH<sub>2</sub>Oの各濃度を示す線図である。

【図14】従前のマスフローコントローラの基本構成を示すブロック図である。

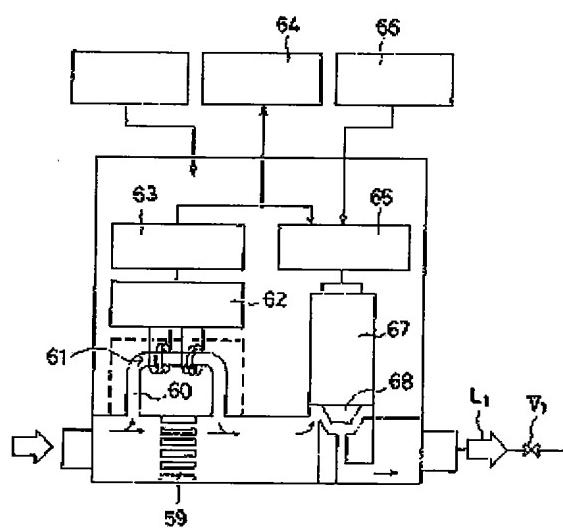
## 【符号の簡単な説明】

Aは流体供給装置、Bは流体供給制御装置、Cはプレッシャーフローコントローラ、Dは流体切換弁、Eは流体使用負荷、1はコントロール弁、2はコントロール弁駆動部、3は圧力検出器、4は温度検出器、5はオリフィス、6は演算制御装置、7は増幅器、8はA/D変換器、9は反転増幅器、10はバルブ本体、11は電気アクチュエータ（ソレノイド）、12はシールドケース、13は流路、14はシート、15はボディ、16は金属製ダイヤフラム、17はポンネット、18はポンネットナット、19はステム、20はダイヤフラム押え、21はスプリング、22はネット、23はケース本体、24はプランジャー、25は励磁コイル、26はリード線、27は隔壁、28は上壁、29は貯孔、30はフェライトビーズ。

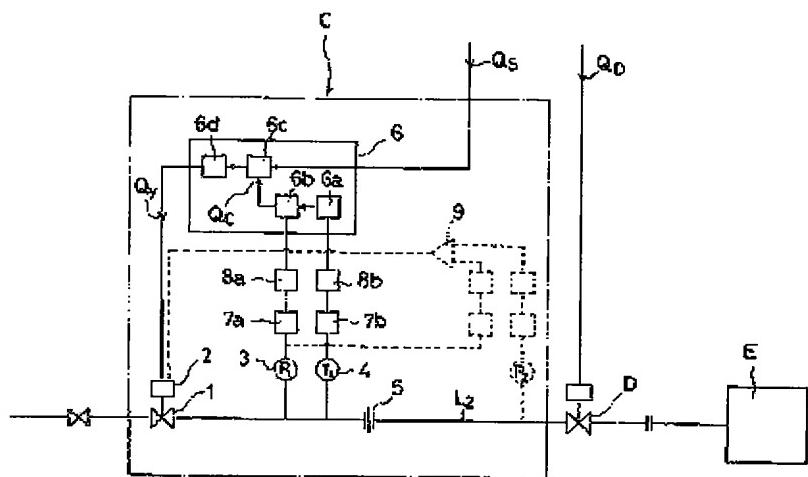
[図1]



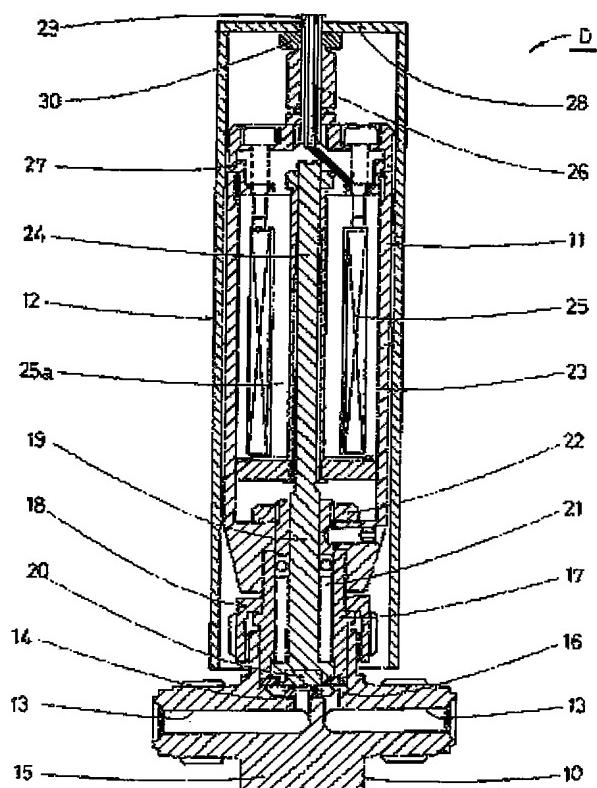
[図14]



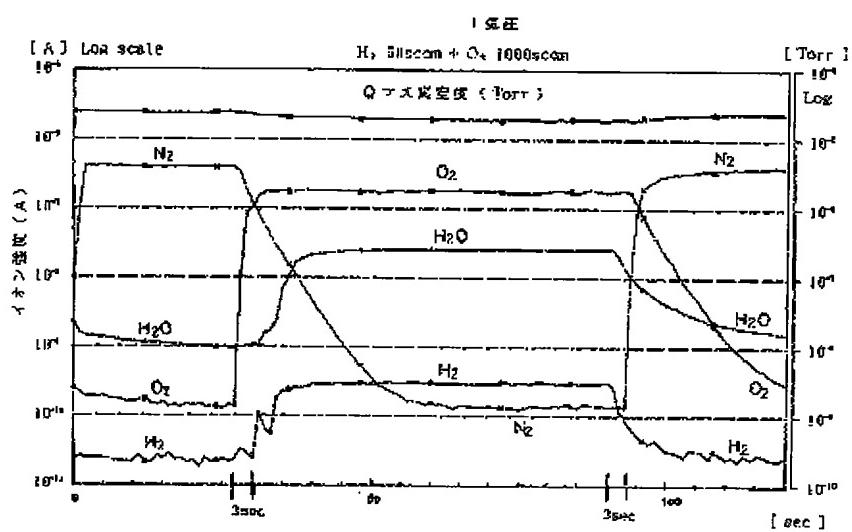
[図2]



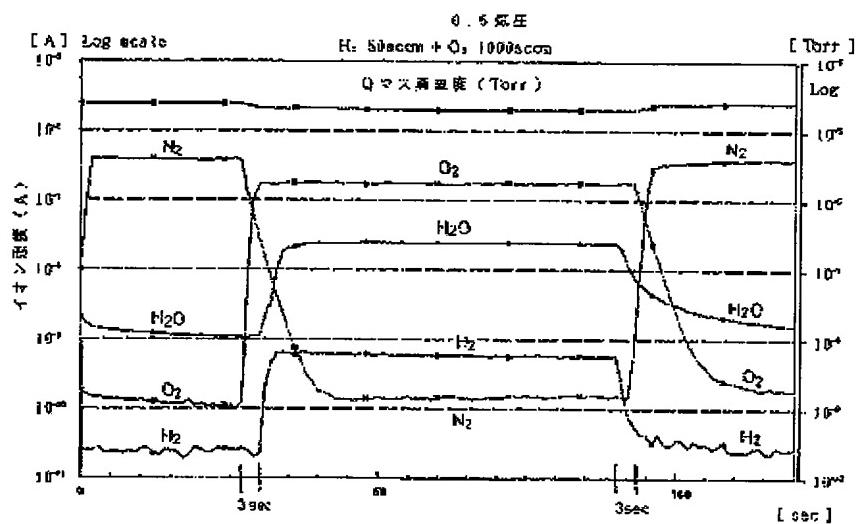
【図3】



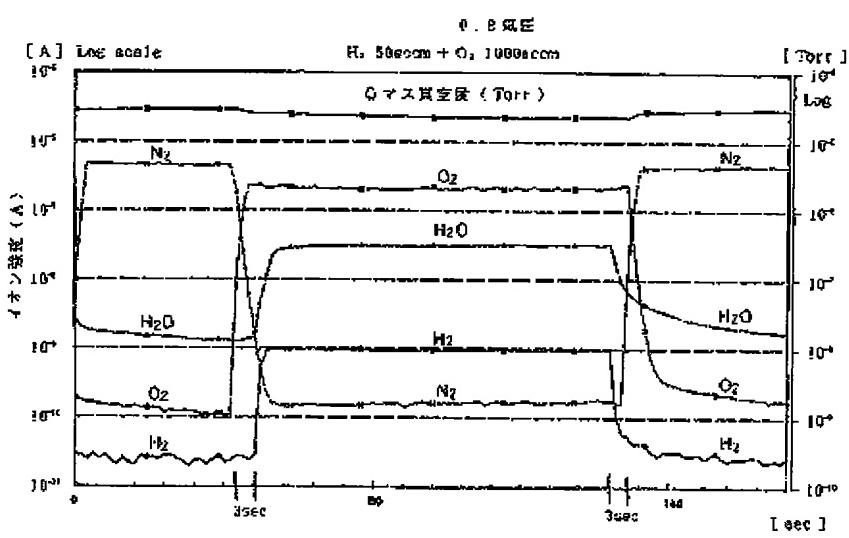
【図4】



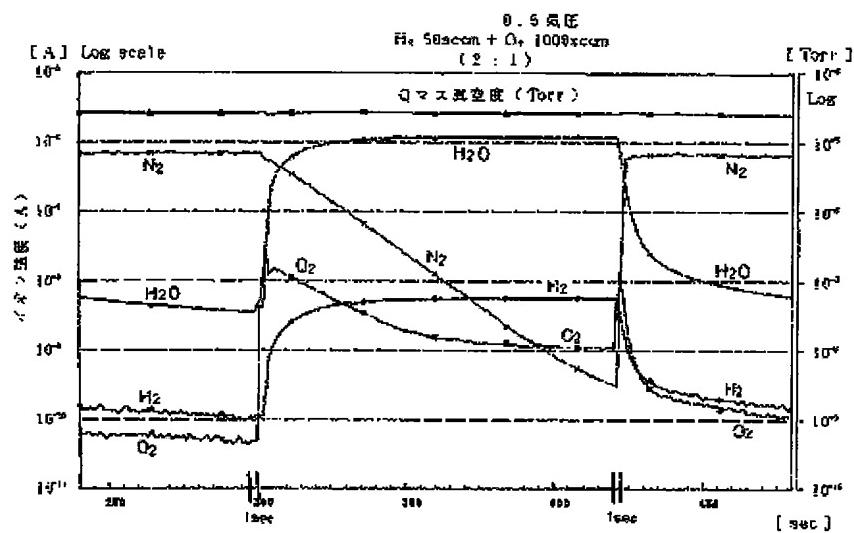
【図5】



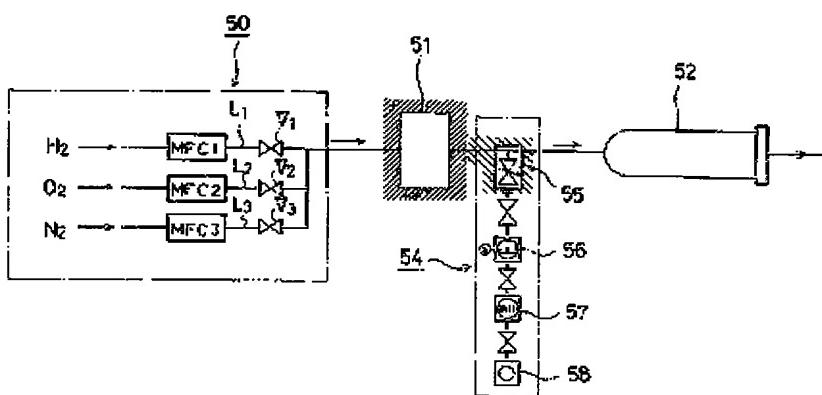
【図6】



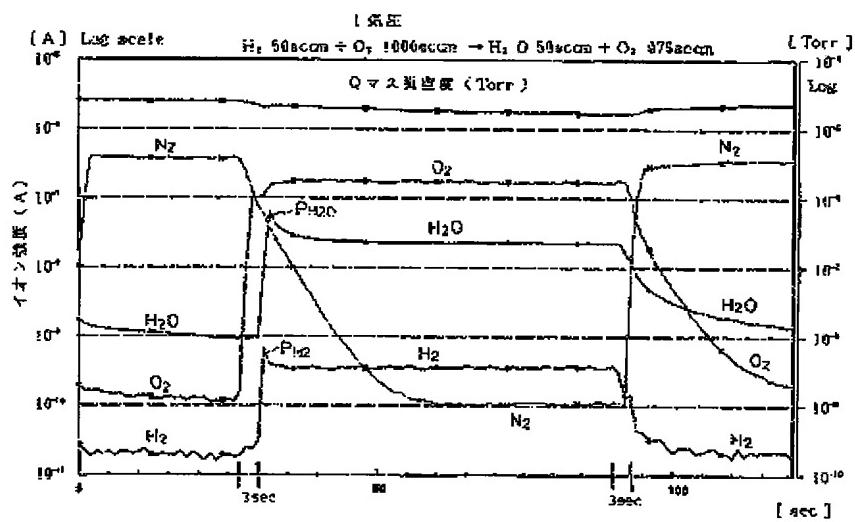
[図7]



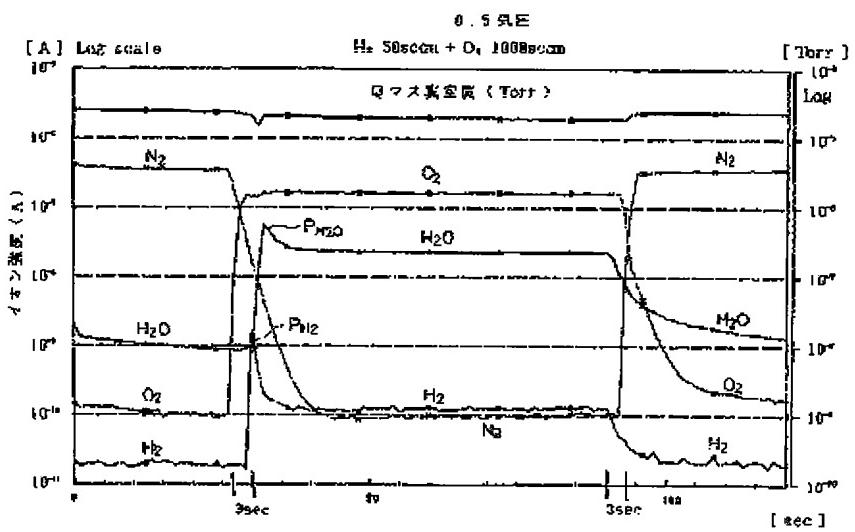
[図8]



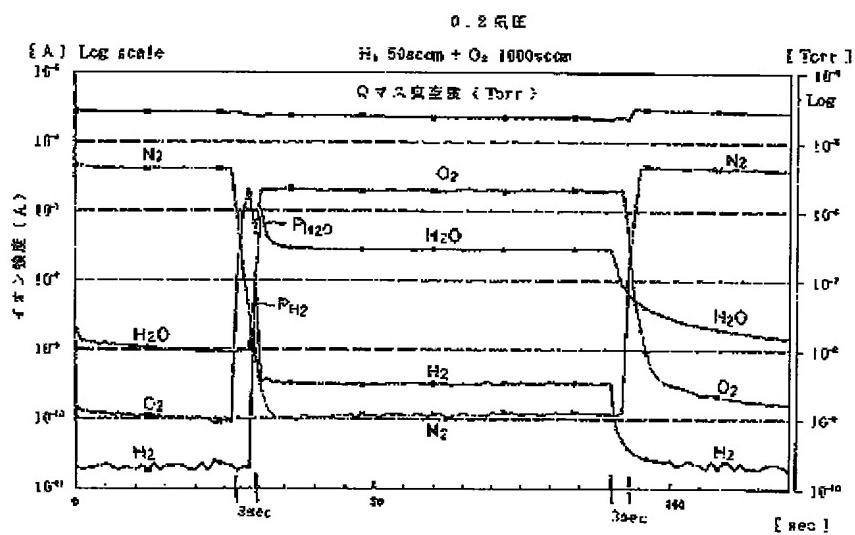
[図9]



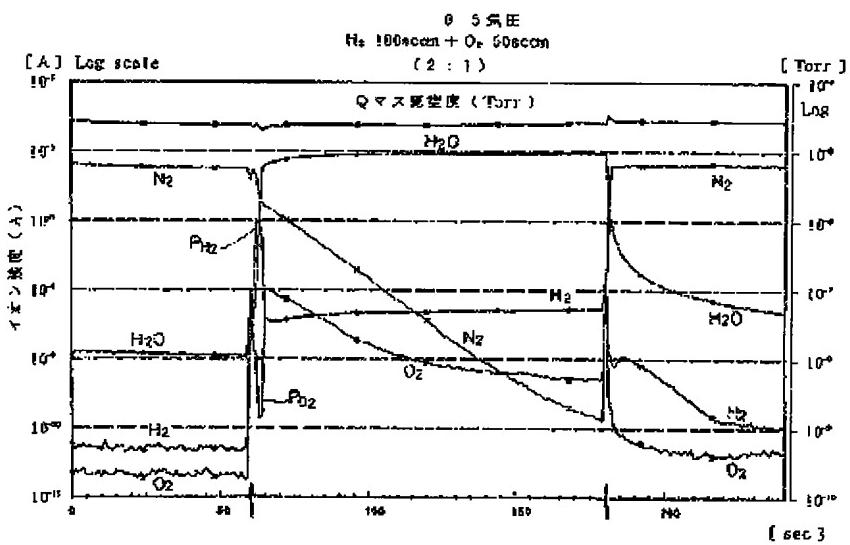
[図10]



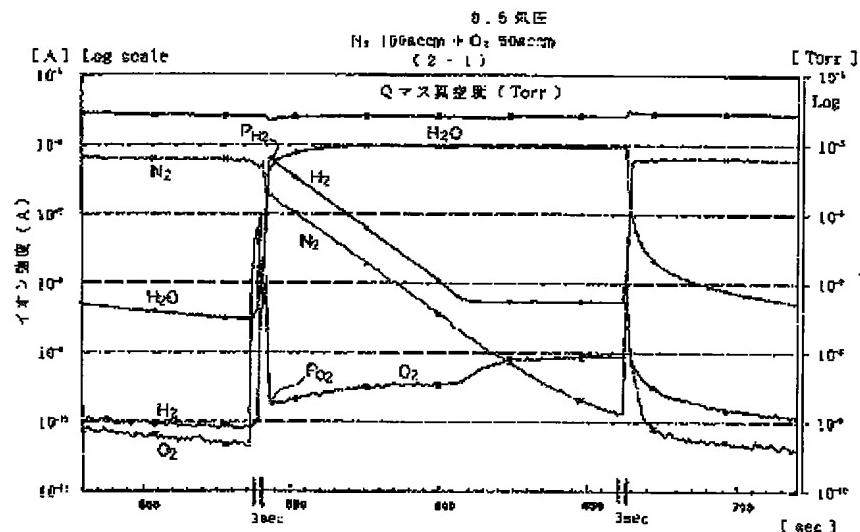
【図11】



【図12】



[图13]



## フロントページの続き

(72)発明者 大見 忠弘  
宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2丁目1番17-  
301号

(72)発明者 加藤爪 哲  
山梨県韮崎市蘿井町北下条2381番地の1  
東京エレクトロン山梨株式会社内

(72)発明者 彦山 一彦  
山梨県韮崎市蘿井町北下条2381番地の1  
東京エレクトロン山梨株式会社内

(72)発明者 池田 信一  
大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号  
株式会社フジキン内

(72)発明者 西野 功二  
大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号  
株式会社フジキン内

(72)発明者 川田 幸司  
大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号  
株式会社フジキン内

(72)発明者 皆見 幸男  
大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号  
株式会社フジキン内

(72)発明者 土肥 亮介  
大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号  
株式会社フジキン内

(72)発明者 山路 道雄  
大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号  
株式会社フジキン内